

書目計量學、科學計量學與資訊計量學

蔡明月

Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics

Ming-yueh Tsay

*Associate Professor
Department of Educational Media & Library Sciences
Tamkang University
Taipei, Taiwan, R.O.C.*

Abstract

Bibliometrics, scientometrics and informetrics are three measuring techniques in library and information science. The differences among these three metricses are unclear in some aspects. This paper traces the origins of their definitions. Moreover, the scope, fundamental principles and laws, potential applications and future development of these metricses are also discussed.

Keywords:

Bibliometrics; Scientometrics; Informetrics; Bradford's law; Lotka's law; Zipf's law

前 言

頃讀天津南開大學王崇德教授所撰〈文獻計量學的歧議〉(註一)與〈關於文獻計量學的爭議〉(註二)二文，言及文獻計量學(bibliometrics)與資訊計量學(informetrics)的辯證；引發筆者對書目計量學(國人習知之名詞)、科學計量學(scientometrics)及資訊計量學三個學術領域，作一更深入的認識。

本文無意也不必對此三種計量學加以爭辯。有關「照用」的事實或「替代」的現象，王崇德教授已作了尖銳且詳盡的分析。況且，即便如歷史悠久、體系完善的物理與化學二門學科，在某種角度的本質上尚且無法徹底釐清界限

，何況還不到三十歲的這三種新興的計量學呢！模糊的界限又何妨？試問有化學家或物理學家會為了「物理化學」或「化學物理」而爭論不休嗎？誠如 Egghe(註三)於《資訊計量學導論：圖書館、文獻學與資訊科學的量化方法》一書序論所言：名稱本身的爭議本無意義，重要的是包含理論的思辯與實證的應用之實際研究內容；又如王崇德教授(註四)所述：如果知識的層次分明了，積累的事實充分了，提供的數據豐富了，學術的條件成熟了，這三門計量學的界限就自然可能變得清哲起來。尤其，當還不清楚它們輪廓之前，就要劃清非你即我的氛圍，亦未免過於強求而好高騖遠。因此，本文擬從文獻回顧的過程，析論三門計量學的起源、定義、目標與範圍、法則與定律、實證應用及其未來發展。希冀能因此而呈現一明晰的面貌。

一、起源

(一)書目計量學

書目計量學(bibliometrics)一詞，雖由 Pritchard 於 1969 年首先提出，然之前已有利用統計方法研究文獻成長的情況。最早見之文獻的記載為 1917 年 Cole 與 Eales(註五)的著作；作者對比較解剖學在三百年間(1543-1860)所有出版品提供了詳盡的分析，並強調歐洲國家的文獻成長狀況及其相關貢獻。1923 年，Hulme(註六)使用書目統計(statistical bibliography)一詞，作為統計科學知識成長的量化技術，進而評估現代文明的發展與成長。隨後，Raisig(註七)亦於 1962 年將書目統計定義為：與圖書及期刊有關的統計說明，目的在研究全國性或全球性圖書與期刊的使用情況。早在 1948 年，作為一個數學家的印度圖書館學大師阮加納桑(Ranganathan)(註八)即提出圖書館計量學(librametrics)一詞，並強調以統計及數學分析作為與圖書館有直接關係的所有量化數據的研究工具。1969 年再次呼籲其重要性。然而終因印度的出版速度遲緩，致使另一書目學家 Pritchard(註九)捷足先登，於同年提出書目計量學名稱。自此，此一名稱取代了易被混淆為統計學書目(bibliography in statistics)的書目統計，在學術研究的領域上安身立命，自成一家，成為圖書館學、資訊科學及學術傳播的重要分支，並進而在西方世界開出一片天地且歷久不衰。

(二)科學計量學

科學計量學一詞乃 Dobrov 與 Karennoi 率先於 1969 年之蘇俄科學技術資訊聯合中心 (All-Union Institute for Scientific and Technical Information, VINITI) 國際文獻聯盟 (Federation Internationale de Documentation, FID) 的出版品 (註十) 中提出，並定義為：資訊科學處理的測量 (measurement of informatics process) (按：歐洲國家，尤其東歐國家稱 information science 為 informatics (註十一))。真正使科學計量學名揚四海的是匈牙利首都布達佩斯 Eotvos 大學分析化學系 Tibor Braun 教授。他於 1978 年發行 *Scientometrics* 期刊。該期刊主要在提供一個國際學術交流的空間，原本立意在於利用量化的研究，探討有關個人、機構、國家或全世界科學發展機制的特性；其日後發展却逐漸超出原來的框架，而與社會學、經濟學等領域形成密切的聯繫 (註十二)。

(三)資訊計量學

1980 年 3 月在德國法蘭克福召開了第一次資訊計量學的學術研討會，會上 Otto Nacke 宣揚了他在 1979 年所提出的資訊計量學術語 (註十三)。有鑒於資訊乃社會之重要財產，攸關一國經濟結構之成長與發展，蘇俄的科學技術資訊聯合中心 (VINITI) 乃於 1980 年提議國際文獻聯盟 (FID) 成立資訊計量學委員會 (Committee on Informetrics)。該委員會於 1984 年正式成立，置祕書處於西德 Bielefeld 的資訊與科學計量學院，由 Nacke 出任主席 (註十四)。

二、定義

(一)書目計量學

當製造書目計量學這個名詞時，Pritchard 將其定義為：應用數學與統計方法至書或其他形式的文字傳播 (註十五)。這意謂著書目計量學為一種測量的技術。此定義似乎不夠明確，後學之士因而略予修正如下。Fairthorne 認為其涵意為：以量化方式處理記錄式論述的屬性及其相關行為 (註十六)。Pritchard 進一步說明為：分析和控制資訊傳輸過程的計量學 (註十七)。英國標準局則定義為：運用統計和數學的方法來研究文獻的使用及出版的形式

(註十八)。1980年代仍有不少學者還在為書目計量學發言，Potter 堅稱其為：所有文字傳播的形式及其作者的測量研究(註十九)。Sengupta 明確指示：書目計量學乃利用數學及統計的計算法，對所有傳播的出版形式及其作者進行組織，分類及量化的評估(註二十)。很明顯的，此時作者的研究已具象化的浮現在定義的文字中。其後，到了 Hertz(註二一)在《圖書館與資訊科學百科全書》的解釋則顯得複雜、冗長且累贅，然其本意仍脫離不了通過記錄式論述的科學化、量化、數字化、統計化的書目分析，以解釋傳播現象的規則性。Broadus(註二二)亦於1987年調查了各種書目計量學的定義，並提出自己的看法：出版單位之形體、書目單位或二者之替代品的量化研究。White 與 McCain 刻薄的批評此一定義，不堪入目(註二三)。

(二)科學計量學

Mikhailov 追隨科學計量學的始祖 Dobrov 的理念，強調科學計量學在於研究科學資訊的結構和屬性以及科學傳播過程的法則(註二四)。Sengupta 認為科學計量學是以量化評估任何基礎科學學科的成長以及科學研究活動的比較，例如：生產力和研究進度等(註二五)。Moravcsik 則認定其為一科際整合的學科，包含許多傳統學科而非侷限於某一窄化的主題，基於此一特性及伴隨而至的衝突與爭議，促使科學計量學成為一生機充沛的學科(註二六)。

(三)資訊計量學

當 Rajan 出任國際文獻聯盟(FID)資訊計量學委員會第二任主席時，曾定義資訊計量學為：滙集各種資訊生產力的測量研究(註二七)。Morales 指出，資訊計量學乃資訊科學的實體部分，主要研究與資訊有關的科學化活動(註二八)。為了闡明其真諦，Egghe 與 Rousseau 聲明資訊計量學與測量、數學理論、資訊的各面，包括資訊儲存與檢索等各種模式有關；它是一種數學化的資訊轉換，是一種藉重物理、數學與電腦科學所開發完成之資訊的資訊理論(註二九)。隨著電子化時代的來臨，Brookes 曾主張將書目計量學與科學計量學納入資訊計量學的範圍，以便更有效的掌控電腦化資訊系統的發展(註三十)。

三、目的與範圍

(一)書目計量學

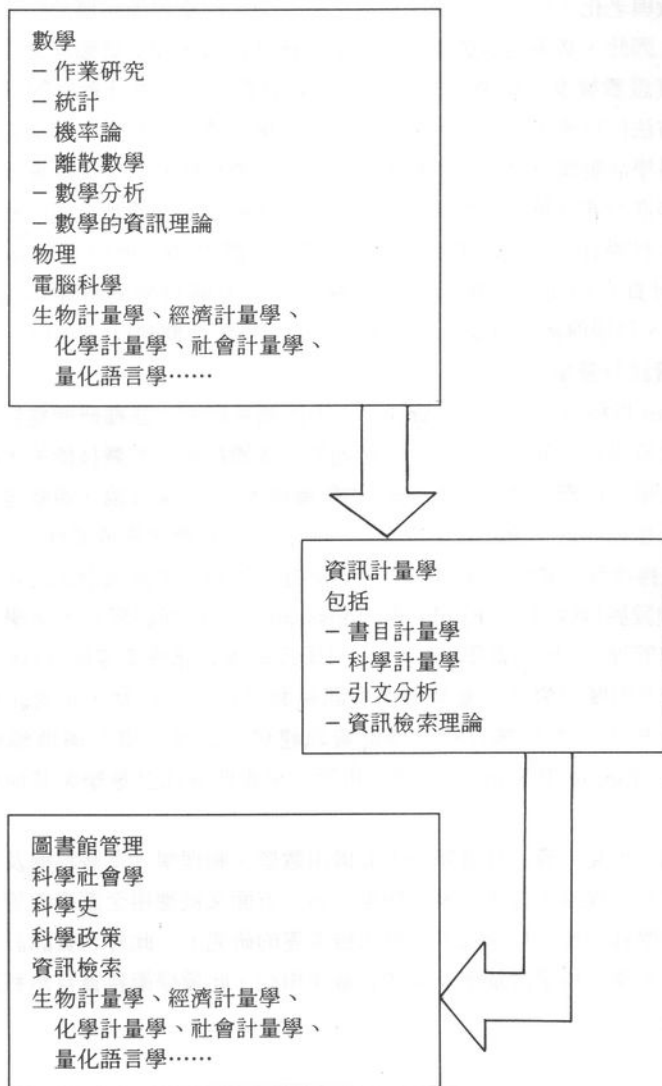
Nicholas 與 Ritchie 於 1978 年宣稱，書目計量學研究目的在提供關於知識結構與傳播的資訊，其範圍可分為描述形書目計量學 (descriptive bibliometrics) 與行為形書目計量學 (behavioural bibliometrics) 二種。前者在描述文獻的特性；後者則檢視文獻內涵間的關係(註三一)。O'Connor 與 Voos 深信書目計量學的範圍應包括文獻間主題關係的研究，例如：引文分析 (citation analysis) 研究(註三二)。Stevens 則強調書目計量學為一量化科學，可分成描述形 (descriptive) 與評估形 (evaluative) 二種。描述形書目計量學用在生產力的計算，例如：某學科領域中論文、圖書、期刊或其他資料類型的出版量或被索引摘要工具收錄的數量等。上述載體又可依時間、主題及地理區域加以細分研究。評估形書目計量學則主要利用參考書目或引文，計算文獻被使用的情形(註三三)。因此，無庸置疑地，「書目」資料乃書目計量學定量化計算的基本單元。一切書目計量學的研究均根源於此。最常論及的問題計有：

就某一特定主題或學科之文獻而言，

1. 有那些國家出版？各國出版量的分佈如何？
2. 作者貢獻量的分佈狀態為何？各國的著作量分佈是否均衡？
3. 作品語言類別的分佈情況及最常使用的語言為何？
4. 作品的資料類型為何？亦即期刊論文、技術報告、博碩士論文、專利或圖書等的分佈情形。
5. 期刊文獻的分佈情形如何？最具生產力的期刊有那些？
6. 若為期刊文獻，則為那一種性質的文章組成，是研究報告、評述文章 (review article)，抑或報導性新聞？
7. 最常使用的研究方法有那些？實驗法、調查法、歷史法或個案研究？
8. 在圖書館中資料的流通或使用方面的應用有那些？
9. 文獻老化的研究於館藏的管理上如何應用？(註三四)

(二)科學計量學

Beck 認為，憑藉收集完整的數據，再配合正確的解釋，科學計量學將有助於研究經費的平衡，提高研究效率，進而成功的執行科學管理(註三五)。Dobrov 則強調科學發展的參數，舉凡論文、專利及期刊的總數，科學資



圖一 資訊計量學與其他學科之間的關係

(資料來源：Egge and Roussear, 頁3)

訊的分散與老化，科學文獻流的結構，以及引文的處理等均屬於科學計量學的範圍。因此，必須透過數學分析，配合統計方法，加上繪圖理論等對科學計量的實證數據進行研究(註三六)。Price 的看法是科學計量學的目的在以數學的方法作科學化的分析，最具代表性的例子是建立科學家創造力凝聚的模式。科學活動與行為的測量較獨特，故仍須要科學歷史家、社會學家及心理學家等進行非計量分析的研究與之配合，才能達到客觀且全面的研究結果。因此，科學計量學較之書目計量學的研究有潛力(註三七)。*Scientometrics* 期刊的封頁介紹更明白揭示其為一探討所有有關科學的科學 (science of science)、科學傳播及科學政策之定量研究的國際性期刊(註三八)。

(三)資訊計量學

Rajan 指稱資訊計量學乃資訊生產力的測量研究。該種研究整合了資訊技術，此資訊技術萌芽於電腦、電傳通訊、媒體技術與智慧技能的大結合。資訊計量學乃由資訊理論、模控學(神經機械學)、決策理論、遊戲理論與使用理論所建構而成。資訊計量學亦企圖研究資訊社會之構成屬性(註三九)。Brookes 再次聲明資訊計量學的研究可更有效預測未來無紙形式之電子化資訊系統的發展(註四十)。Egghe 與 Rousseau 亦重複強調資訊計量學可應用於圖書館管理、科學社會學、科學史、科學政策與資訊檢索等領域(註四一)。Morales 進而闡明資訊計量學乃與資訊相關之科學化活動，是資訊科學之一實體。所有計劃的施行在於增進資訊建構的處理、儲存與傳輸的效率(註四二)。Egghe 與 Rousseau 曾利用圖一來說明資訊計量學與其他學科之間的關係。

由圖一可見，資訊計量學一方面借用數學、物理學、電腦科學及其他計量學等學科的理論、技術及模式類推；另一方面又被應用至圖書館管理、科學史、科學社會學、科學政策及資訊檢索等的研究上。此外，資訊計量學亦與書目計量學、科學計量學及其他計量學相交，此種學術特質自然利於兼容並蓄其他學科。

四、法則與定律

(一)書目計量學

書目計量學之三大基本定律為：Bradford 定律、Lotka 定律及 Zipf 定律。此三個定律各以不同的書目資料為計量依據。以下有關此三定律的敘述，部分節錄自筆者 1987 年發表於《教育資料與圖書館學》，24 卷 3 期，頁 264 至 266。

1. Bradford 定律

Bradford 定律是書目計量學最重要且最原始的定律之一。該定律乃 1934 年英國圖書館學家 Bradford 所提出(註四三)。他於研究「應用地球物理」與「潤滑」兩種學科之期刊文獻分佈情形時，發現此一迄今仍被廣為應用的文獻分佈律。Bradford 將收集的數據加以分析後，依期刊所含文獻量遞減排列；進而將所有期刊根據下列標準分成三區(以應用地球物理學為例)：

- (1)每種期刊每年至少刊載四篇以上相關的文獻；
- (2)每種期刊每年至少刊載一至四篇相關的文獻；
- (3)每種期刊每年最多刊載一篇相關的文獻。

歸納的結果，符合第一區標準的期刊有 9 種，刊載文獻共 429 篇；符合第二區標準的期刊有 59 種，刊載文獻共 499 篇；符合第三區標準的期刊有 258 種，刊載文獻共 404 篇。Bradford 發現，每一區的期刊種數雖不同，但所包含的文獻數量卻相近；再且，每一區期刊種數之比，分別為 9：59：258，約略可視為 10：50：250，簡化後相當於 1：5：5²。因此，Bradford 文獻分佈定律可歸納如下：根據某學科各期刊所含相關文獻數量的多寡，依遞減次序排列，這些期刊將可分為一核心區(即第一區)及接連數區，且每一區包含大約相同數量的文獻，則各區期刊種數的比例將呈現 1：n：n²……的關係(註四四)。

Bradford 定律提出之初，並未受矚目，直至 1948 年 Vickery 才為文加以倡導。此後，該定律即引起普遍的重視和大量的研究。

2. Lotka 定律

Lotka(註四五)於 1926 年據其所作的一項研究而提出此一理論。他將 1907 年至 1916 年間被《化學摘要》(Chemical Abstracts)收錄的姓氏以 A 與 B 字母起首之作者，以及刊列於德國出版之 *Auerbach's Geschichtsfafeln der Physik* 期刊之作者，進行出版頻率之統計分析。他以最小平方差(least square)的方法研究作者與發表論文篇數的關係。結果發現：發表 n 篇論文

的作者總數是僅發表一篇論文的作者總數之 $1/n^2$ 。換言之，發表二篇論文的作者是僅發表一篇論文的作者總數的 $1/4$ ；發表三篇論文的作者總數是僅發表一篇論文的作者總數的 $1/9$ 。餘者可依此類推。而僅發表一篇論文的作者約佔全部作者總數的 60%。Lotka 定律可用下列基本公式表示：

$$Y_x = \frac{c}{x^n}$$

Y 是發表 x 篇論文作者的百分比

x 是論文篇數

c 是常數

n 是以上公式在對數座標圖上的斜率

根據對於化學與物理兩學科作者生產力的研究，Lotka 求得 n 值為 2，c 值為 60.79。換而言之，發表一篇文章的作者人數約佔全部作者人數的 60.79% (註四六)。

3. Zipf 定律

Zipf 定律又稱為字詞分佈定律。Zipf 以 James Joyce 所寫的 *Ulysses* 進行研究。該書共有 260,430 字，其中共有 29,899 個不同的單字。他將這些不同單字的出現次數定為 f，再依次數的多少排序，令其為 r；並將二項變數相乘 ($r \times f$)，進而編列成表。Zipf 從表中觀察到一特點是：字詞的排名順序和出現次數的乘積等於一常數 C，亦即 $r \times f = C$ ，此常數即為全文獻字數之總合基數。全書字數估計為基數的十倍 (Zipf 發現每 10 個字中，就會有一個排名第一的常用字) (註四七)。

前面所介紹不過是有關書目計量學定律的前奏，其中必存有有盡完善之處。後人亟思予以修正改革，因而產生許多實證定律。其中將書目計量學基本定律發揮得最淋漓盡致者則非 Brookes 莫屬 (註四八)。其他較具原創性之貢獻者尚有 Price (註四九)，Leimkuhler (註五十) 及 Goffman (註五一)。Price 的科學生產力的根號定律曾一度引起重視；其理論主旨為：菁英僅佔全體科學家的少數。假設科學家的總數為 N，其有效菁英數則為 \sqrt{N} 。換言之，所有科學論文的半數是由這些 \sqrt{N} 的菁英份子所撰寫的 (註五二)。

自 1927 年 Gross 與 Gross 提出引用文分析後 (註五三)，引用文分析即成為書目計量學的另一研究重點。利用《科學引用索引》(Science Citation

Index) 為工具, Garfield(註五四) 為引用文分析開闢了一片嶄新的研究範疇。依循相同方向, 首先造就出 Kessler 的書目耦合 (bibliographic coupling) (註五五)。Small 旋即跟進, 倡導雙被引 (co-citation) (註五六), 企圖找出科學文獻間主題聚合的關係。Garfield 緊隨其後, 提出科學期刊影響因素 (impact factor) 與直接索引 (immediacy index) (註五七), 利用期刊被引用的情況, 為評估期刊品質樹立了一新標竿。首開科技文獻老化與半衰期 (half-life) 研究先鋒的是 Burton 與 Kebler(註五八), 繼而掀起一股研究熱潮之追隨者且自成大家者有 Line(註五九), Sandison(註六十) 與 Brookes(註六一)。

科學計量學與資訊計量學並無獨特的定律或法則, 其研究完全是書目計量學三大定律的應用。無怪乎 Bookstein(註六二) 要聲言三大計量學定律是同出一轍。

上述僅就較具代表性之研究加以淺介。Pritchard 與 Witting 曾收錄 1874 年至 1959 年間, 有關書目計量學的文獻約 700 篇, 編成書目(註六三)。Hjerpe 擴展收錄範圍至 1980 年, 共得 2,032 款目(註六四), 緊接著又於 1982 年出版補篇, 增加 518 款目(註六五)。Khurshid 與 Sahai 續增錄至 1990 年, 並納入科學計量學與資訊計量學兩方面的文獻(註六六), 但仍以書目計量學為主體。

由以上數據, 可見書目計量學之研究非常豐富。

五、應用

(一) 書目計量學

自各種有關書目計量學的實證研究文獻加以綜合整理, 可將其應用歸納為學術傳播、圖書館館藏評鑑與資訊服務三方面。學術傳播的主要研究課題計有(註六七):

1. 傳播者與接收者之特性研究。例如: 從不同學科領域的主要研究成員之背景, 舉凡性別、年齡、研究重點等, 觀察其研究趨勢與知識的成長。此外, 評估某學科領域的出版者、作者、研究機構, 及國家生產力, 進而預測其未來的發展趨勢, 亦可辨識不同學科領域的資訊使用者。

2. 傳播產物的研究。研究對象可為個別單獨的文章, 如期刊論文或會議

論文，亦可為集合的產物，如期刊或會議論文集。以個別作品為分析單位之研究，視該傳播產物為一「概念」的具體象徵；而以彙積作品為研究對象者則認為其乃傳播者互相溝通的管道。

3. 傳播內容概念的研究。主要在分析傳播資訊之實質內容。包括利用作者在書名、文章篇名、摘要及正文中撰寫的文字，分析正文內容，以追尋某一研究理念在各學科領域間的流向。另一研究重點為透過探討引用文的目的與動機，了解本文與其他出版品之間主題連結的關係。

應用 Bradford 定律可以界定學科之核心期刊與邊緣期刊，再配合文獻的老化研究，將可協助圖書館在有限經費之下，釐訂正確的淘汰與典藏之政策。同時亦有助於索引摘要服務單位製作資料庫、選錄期刊的參考，亦可作為評估二次資料詳盡性的依據。

當全文資料庫普遍盛行時，Zipf 定律可應用於大型電子文獻的程序處理，對資訊檢索自然語言介面的設計產生重大的影響，且有利於自動化索引、摘要及分類的處理，進而擬訂有效的多層次網路系統，而使資訊與傳播的流動更規則化。

書目計量學本身的研究應用則包括開發與現存相關或互異的實證模式，進而發展出標準的範式。

(二) 資訊計量學

根據 Morales(註六八)的分析，資訊計量學的應用包括：

1. 文獻的量化成長；
2. 資訊的分佈與退化；
3. 資訊產物與服務的效率；
4. 資訊系統和資訊建設的效率；
5. 各種文獻作為科學傳播工具的角色；
6. 資訊的適當與相關研究；
7. 以不同的參數排列期刊與連續性出版品；
8. 在科學傳播中非正式溝通的角色；
9. 期刊間主題內容的重複性；
10. 科學家的引用習慣以及引用文分析；
11. 以參考書目為基礎，決定學科間及學科本身內部的關係。

在 Morales 的分析中，不難看見部分資訊計量學的應用與書目計量學重複。

自三種計量學在應用方面的文獻加以分析，勉強可以歸納成書目計量學與資訊計量學二類。科學計量學有關科學文獻特性、科技經費及科技機構等的研究亦都包含於書目計量學的應用範疇。

六、未來發展

通過對三種計量學之應用的解析，不難窺出它們共同的未來發展約略如下：

(一)書目計量學及引文分析研究，對了解資訊資源的產生及使用大有助益。此乃資訊科學之首要目標，故其研究生命仍然可大可久。

(二)書目計量學雖發展已久，然與館藏管理的實務應用之結合薄弱，究其原因在於具體化數據的搜集與整理相當費事耗時。在電腦化資料庫可提供充分且完備之數據的前提下，輔以線上檢索與軟體的各種運算功能，書目計量學、科學計量學與資訊計量學未來的發展空間將更寬廣。

(三)三種計量學的研究大多走的實踐經驗路線，缺乏科學邏輯力量。因此累積的成果均是個案或片面的代表，無法建立一個全面性概化的通則，進而削弱了成為經典定律的力量。處於資訊技術急遽變革的資訊社會，如何實施對資訊徹底的全面計量，必須積極吸收數學與統計學專家與資訊學家、圖書館學專家通力合作，加以研究發展，使其落實為一客觀化的精密科學，而產生更具體且深刻的影響。

(四)目前三種計量學的研究均偏重於科技學科的應用，未來研究應放眼於藝術、人文學或非學術性的探討，使其研究效應普及至全面性的人類文化。

七、結論

各式各樣的書目記錄包含的實體內容實乃各種資訊的表徵，例如：作者「資訊」，可作為作者生產力研究的指標。在人類歷史上，存在的書目記錄又以科學與技術類佔大多數，因此，以書目計量為工具，自然成為研究「科學」

技術整體發展的主流。質是之故，書目計量學、科學計量學及資訊計量學三者，不論在範圍、定義與應用上都有相似與重複之處，三者可分可合，強行予以區隔，實徒勞無益。設若硬要加以分野，主要在於計量技術運用在那裏？應用到書目的組織與服務則為書目計量學，應用到科學的組織與學術傳播則為科學計量學，應用到資訊系統與服務則為資訊計量學。雖說如此，書目計量學的應用範圍仍然最廣，舉凡科學的社會研究、資訊管理、圖書館學、科學史、科學的科學、科學政策、社會科學及社會科學家、科學及科學家研究等，無所不包，足見其已概括了科學計量學的研究範疇。

事實上，書目、資訊，甚或科學活動，均是人為的結果，凡溶入人為因素的計量要素本身即具有高度的「不確定性」，例如：每篇文章或出版品對人類知識成長之影響不等，而這些不確定性乃造成計量歧意的根源。況且，在對「資訊」的本質意義都還混淆不清的階段，想對資訊進行「本質」的計量，則不只是模糊，簡直就趨於「渾沌」了。

因此，量化的研究方式僅能視為科學進化的部分指標，必須配合「質化」的研究才能下完美的結論。

附 註

註一 王崇德，〈文獻計量學的歧議〉，*情報理論與實踐*，19：1（1969年）：5-8。

註二 王崇德，〈關於文獻計量學的爭議〉，*資訊傳播與圖書館學*，2：4（85年6月）：15-21。

註三 Leo Egghe, and Ronald Rousseau, *Introduction to Informetrics: Quantitative methods in library, documentation and information science* (New York: Elsevier, 1990), p.2.

註四 同註一，王崇德，頁7-8。

註五 F.J. Cole, and N.B. Eales, "The History of Comparative Anatomy," *Science Progress*, v.11 (1917) : 578-596.

註六 F.W. Hulme, *Statistical Bibliography in Relation to the Growth of Modern Civilization* (London: Grafton, 1923).

註七 L.M. Raisig, "Statistical Bibliography in the Health Sciences," *Bulletin of the Medical Library Association*, v.50 (1962) : 450-461。

註八 S. R. Ranganathan, *Proceedings of the Aslib's Annual Conference* (Leamington Spa, Great Britain, 1948).

註九 A. Pritchard, "Statistical Bibliography or Bibliometrics," *Journal of*



Documentation, 25: 4 (1969) : 348-349.

註十 G.M. Dobrov, and A.A. Karennoi, "The Informational Basis of Scientometrics," in A.I. Mikhailov, et al. eds., *On Theoretical Problems of Informatics*, VINITI, FID 435 (1969), pp.165-191.

註十一 H. Wellisch "From Information Science to Informatics: A terminological investigation," *Journal of Documentation*, 4: 3 (July 1972) : 176-177.

註十二 *Scientometrics*, 37: 1 (1996) : 書名頁。

註十三 O. Nacke, "Informetrie: Ein neuer Name für eine neue Disziplin," *Nachrichten für Dokumentation*, v.30 (1979) : 219-226.

註十四 B.C. Brookes, "Biblio-, Sciento-, Infor-metrics??? What Are We Talking about?" in Leo Egghe, and Ronald Rousseau ed., *Informetrics 89/90: Selection of papers submitted for the Second International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics*, London: Ontario, Canada, July 5-7, 1989 (Amsterdam: Elsevier, 1990), p.35.

註十五 同註九, Pritchard.

註十六 R.A. Fairthorne, "Empirical Hyperbolic Distribution (Bradford-Zipf-Mandelbrot) for Bibliometric Description," *Journal of Documentation*, v.25 (1969) : 319-343.

註十七 A. Pritchard, "Bibliometrics and Information Transfer," *Research Librarianship*, v.4 (1972) : 89.

註十八 British Standards Institution, *Glossary of Documentation Terms*, prepared under the direction of the Documentation Standards Committee, 1976, p.7.

註十九 W.G. Potter, "Introduction to Bibliometrics," *Library Trends*, v.30 (1981) : 5-7.

註二十 I.N. Sengupta, "Bibliometrics: A bird's eye view," *IASLIC Bulletin*, 60 (1985) : 167-174.

註二一 D.H. Hertz, "Bibliometrics, History of the Development of Ideas," in *Encyclopedia of Library and Information Science*, ed. by Allen Kent, v.42, suppl. 7 (New York: Marcel Dekker 1987), p.156.

註二二 R.N. Broadus, "Toward a Definition of Bibliometrics," *Scientometrics*, 12: 5/6 (November 1987) : 373-379.

註二三 H.D. White, and K.W. McCain, "Bibliometrics," *Annual Review of Information Science and Technology*, v.24, (1989) : p.121.

註二四 A. I. Mikhailov et al., *Scientific Communication and Informatics Terms*, R.H. Burger (Arlington: Information Resources Press, 1984).

註二五 I.N. Sengupta, "The Growth of Biophysical Literature," *Scientometrics*, v.8 (1985) : 365-375.

註二六 M.J. Moravcsik, "Address at the Presentation of the First Derek de

Solla Price Award to Eugene Garfield on December 20, 1984," *Scientometrics*, 7(1985) : 143-144.

註二七 T.N. Rajan, "Informetrics : The concept and ramifications," *FID/IM Newsletter*, 1 : 1(1985) : 1-2.

註二八 M. Morales, "Informetrics and Its Importance," *International Forum of Information Documentation*, 10 : 2(1985) : 15-21.

註二九 L. Egghe, and R. Rousseau, ed., *Informetrics 89/90* (Amsterdam : Elsevier, 1990), pp.1-4.

註三十 同註十四, Brookes.

註三一 D. Nicholas, and M. Ritchie, *Literature and Bibliometrics* (London : Clive Bingley, 1978), p.10.

註三二 D. O'Connor, and H. Voos, "Empirical Laws, Theory Construction and Bibliometrics," *Library Trends*, v.30(1981) : 9-20.

註三三 R.E. Stevens, "Characteristics of Subject Literature," *American College and Research Library Monograph Series*, 7(1983) : 10-12.

註三四 D.P. Wallace, "Bibliometrics and Citation Analysis," in *Principles and Applications of Information Science for Library Professionals* (Chicago : American Library Association, 1989), pp.10-26.

註三五 M.T. Beck, "Editorial Statement," *Scientometrics*, 1 : 1(1978) : 1-2.

註三六 G.M. Dobrov, "Editorial Statement," *Scientometrics*, 1 : 1(1978) : 2-3.

註三七 Derek de Solla Price, "Editorial Statement," *Scientometrics*, 1 : 1(1978) : 7-8.

註三八 同註十二。

註三九 同註二五, Sengupta.

註四十 同註十四, Brookes, 頁 43。

註四一 同註二九, Egghe and Rousseau。

註四二 同註二八, Morales。

註四三 S.C. Bradford, "Sources of Information on Specific Subjects," *Engineering*, 137(January 1934) : 85-86.

註四四 何光國, 文獻計量學導論(臺北市:三民書局, 民國 83 年), 頁 62。

註四五 A.J. Lotka, "The Frequency Distribution of Scientific Productivity," *Journal of the Washington Academy of Science*, v.16(December 1926) : 317-323.

註四六 同註四四, 何光國, 頁 111-115。

註四七 G.K. Zipf, *Human Behavior and the Principle of Least Effort* (Cambridge, MA : Addison-Wesley Press, 1949) ; 及同註四四, 何光國, 頁 145-148。

註四八 B.C. Brookes, "The Derivation and Application of the Bradford-Zipf Distribution," *Journal of Documentation*, 24 : 4(1968) : 247-265.

B.C. Brookes, "The Complete Bradford-Zipf 'Bibliograph'," *Journal*

of *Documentation* 25 : 1 (1969) : 58-60.

B.C. Brookes, "Bradford's Law and the Bibliography of Science," *Nature*, 224 (1969) : 953-956.

B.C. Brookes, "Numerical Methods of Bibliographic Analysis," *Library Trends*, 22 : 1 (1973) : 18-43.

B.C. Brookes, "Theory of the Bradford's Law," *Journal of Documentation*, v.33 (1977) : 180-209.

B.C. Brookes, "A Critical Commentary on Leimkuhler's 'Exact' Formulation of the Bradford's Law," *Journal of Documentation*, 37 : 2 (1981) : 77-88.

註四九 Derek de Solla Price, "A General Theory of Bibliometrics and Other Cumulative Advantage Process," *Journal of the American Society for Information Science*, v.27 (1976) : 292-306.

註五十 F.F. Leimkuhler, "The Bradford Distribution," *Journal of Documentation*, v.23 (1967) : 197-207.

F.F. Leimkuhler, "An Exact Formulation of Bradford's Law," *Journal of Documentation*, v.36 (1980) : 285-292.

註五一 W. Goffman, "Stability of Epidemic Processes," *Nature*, 210 (1966) : 786-787.

W. Goffman, "Dispersion of Papers among Journals Based on a Mathematical Analysis of Two Diverse Medical Literatures," *Nature*, 221 (1969) : 1205-1207.

W. Goffman, and V.A. Newill, "Generalisation of Epidemic Theory: An application to the transmission of ideas," *Nature*, 204 (1964) : 225-228.

W. Goffman, and T.G. Morris, "Bradford's Law and Library Acquisitions," *Nature*, 226 (1970) : 922-923.

W. Goffman, and G. Harmon, "Mathematical Approach to the Prediction of Scientific Discovery," *Nature*, 229 (1971) : 103-104.

註五二 Derek de Solla Price, "Some Remarks on Elitism in Information and the Invisible College Phenomenon in Science," *Journal of the American Society for Information Science*, 22 (1971) : 74-75.

註五三 P.L.K. Gross, and E.M. Gross, "College Libraries and Chemical Education," *Science*, 66 (1927) : 385-389.

註五四 E. Garfield, "Science Citation Index: A new dimension in indexing," *Science*, 144 (1964) : 649-654.

註五五 M.M. Kessler, "Bibliographic Coupling Between Scientific Papers," *American Documentation*, 14 (1963) : 10-25.

註五六 H.G. Small, "Co-citation in the Scientific Literature: A new measure of the relationship between two documents," *Journal of the American Society for*



Information Science, 24 (1973) : 265-269.

註五七 E. Garfield, *Impact Factors*, SCI Journal Citation Report (Philadelphia, PA. : ISI, USA, 1975).

註五八 E. Burton, and R.W. Kabler, "'Half-Life' of Some Scientific and Technical Literature," *American Documentation*, 11 (1960) : 18-22.

註五九 M.B. Line, "Half-Life of Periodical Literature—Apparent and Real Obsolescence," *Journal of Documentation*, 26 (1970) : 46-52.

註六十 A. Sandison, "Obsolescence and Scatter," *Journal of Documentation*, 29 (1973) : 107-109.

註六一 B.C. Brookes, "The Growth, Utility and Obsolescence of Scientific Periodical Literature," *Journal of Documentation*, 26 : 4 (1970) : 283.

註六二 A. Bookstein, "Explanations of the Bibliometric Laws," *Collection Management*, 3 (1979) : 151-162.

註六三 A. Pritchard, and G.R. Witting, "Bibliometrics : A bibliography and index," *ALLM Books*, v.1 (Watford, England, 1981), pp.1874-1959.

註六四 R. Hjerpe, *A Bibliography of Bibliometrics and Citation Indexing and Analysis*, Stockholm : Royal Institute of Technology (Sweden, Rep. TRITA-LIS-2013, 1980).

註六五 R. Hjerpe, "Supplement to *A Bibliography of Bibliometrics and Citation Indexing and Analysis*," (TRITA-LIS-2013), *Scientometrics*, 4 : 3 (1982) : 241-273.

註六六 A. Khurshid, and H. Sahai, "Bibliometric, Scientometric and Informetric Distributions and Laws : A selected bibliography," *International Forum on Information and Documentation*, 16 : 2 (April 1991) : 18-29.

註六七 C.L. Borgman, *Scholarly Communication and Bibliometrics* (London : Newbury Park, 1990), pp. 15-17.

註六八 同註二八, Morales.